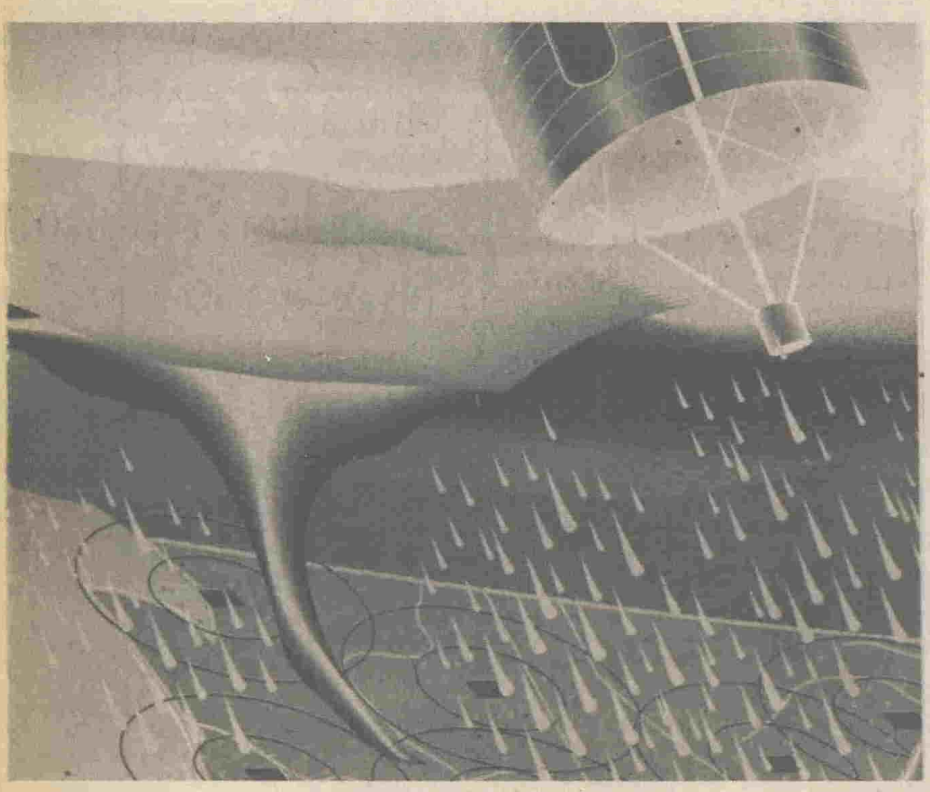
เรื่องน่าอ่าน
สหัส พรหมสิทธิ์

คอมพิวเตอร์ กับอุตุนิยมวิทยา



ที่งกับความก้าวหน้าของวิทยาการสมัยใหม่คอมพิวเตอร์กับการรายงานของกรมอุตุนิยมวิทยา

เมื่อวันที่ 28 สิงหาคม ค.ศ. 1990 ได้เกิดมีทอร์นาโดมฤตยู พัดผ่านเมืองเพลนฟิลด์ (Plainfield) ในรัฐอิลินอยส์ ของสหรัฐอเมริกา ในลักษณะของการกวาดกระแทกไปตามจุดต่าง ๆ ของเมืองนี้ด้วยความเร็วสูงอันยังผลให้มีผู้เสียชีวิตถึง 28 คนในคราวเดียว สถานีตรวจอากาศที่เรียกว่า National Weather Service (NWS) ที่ใกล้ที่สุดจะอยู่ห่างออกไปราว 25 ไมล์ และอยู่ในชิคาโก ภายในสถานีแห่งนี้ได้มีเรดาร์ที่สามารถตรวจหาทอร์นาโดได้ แต่ในขณะที่เกิดเหตุเรดาร์ตัวนี้ทำงานไม่ได้เต็มที่ เนื่องจากมีชิ้นส่วนอันหนึ่งขาดหายไป จึงทำให้ไม่สามารถแจ้งเหตุได้ล่วงหน้าก่อนที่ความหายนะจะมาเยือนเมืองเพลนฟิลด์ ลึก ๆ ลงไปหลังจากที่เกิดเหตุก็มีการอธิบายเพิ่มเติมจากนักอุตุนิยมวิทยาของ NWS ว่า radar signal processor ที่มีใช้งานอยู่นั้นได้เกิดมีปัญหาที่ทำให้ไม่สามารถที่จะตรวจวัดทอร์นาโดได้ จึงพอสรุปได้ว่าระบบเรดาร์ที่ชิคาโก ซึ่งต้องพึ่งพาชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์สำรองในขณะนั้นสามารถดิสเพลย์ได้แค่เพียงภาพที่หยาบ ๆ ของพายุเมฆฝนที่กำลังเคลื่อนตัวเข้ามาในช่วงระยะเวลา 30 นาที ก่อนที่จะถูกทอร์นาโดโจมตี ซึ่งจากการสอบสวนก็ได้พบว่าชิ้นส่วนของเรดาร์ที่หายไปนั้นได้ถูกส่งไปที่เมืองแอตแลนต้า ก่อนหน้านี้หลายสัปดาห์เพื่อซ่อมแซม

กิจกรรมแจ้งเตือนภัยที่เกี่ยวกับสภาวะอากาศสำหรับในสหรัฐฯนั้นได้เป็นสิ่งที่เคยกระทำมาอย่างสม่ำเสมอนับแต่อดีตจนปัจจุบันจนทำให้สามารถช่วยชีวิตคนได้นับไม่ถ้วน แต่การสูญเสียครั้งสำคัญที่เมืองเพลนฟิลด์ได้ตอกย้ำความสนใจของมหาชนจนลืมได้ยาก จนถึงกับต้องทำให้สหรัฐฯต้องหันกลับมาพิจารณาเรื่องนี้อย่างหนัก โดยเฉพาะในด้านของการปรับปรุงงานที่เกี่ยวกับการพยากรณ์ ตลอดจนการตรวจวัดสภาวะอากาศที่เลวร้ายกับภัยอันเกิดจากน้ำท่วม ซึ่งจะต้องดำเนินไปอย่างกระชับและรวดเร็วตลอดจนเชื่อถือได้ มากกว่าที่แล้ว ๆ มา เพื่อเป็นการซ่อมแซมปรับปรุงในระดับชาติที่จะให้งานที่เกี่ยวกับการให้บริการในเรื่องของดินฟ้าอากาศเป็นไปอย่างทันสมัยที่สุด โครงการเช่นนี้จะมีมูลค่าประมาณสามพันล้านเหรียญสหรัฐฯ และจะมีรายละเอียดของแผนงานดังนี้

- งานติดตั้งเรดาร์ขั้นสูงที่สามารถตรวจหาพายุ พร้อมด้วยความสามารถที่จะถอดเปลี่ยนชิ้นส่วนต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกในเวลาใช้การไม่ได้

- เรดาร์ชนิดพิเศษ ที่ออกแบบสำหรับหาโปรไฟล์ (profile) หรือวัดสภาวะของลมในบรรยากาศชั้นบน

- ดาวเทียมรุ่นใหม่ เพื่อไว้สำหรับสังเกตการณ์ในส่วนที่เกี่ยวกับสภาพภูมิอากาศทั่วโลก

- ระบบอัตโนมัติสำหรับบันทึกสภาวะเงื่อนไขของอากาศบนผิวโลก

- คอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชันที่จะเข้ามาช่วยรวบรวมและดิสเพลย์ข้อมูลที่ได้มาจากที่ต่าง ๆ

สาเหตุของการปฏิรูประบบพยากรณ์อากาศ

การปฏิรูประบบอุตุนิยมวิทยาของสหรัฐฯ เท่าที่ได้เกริ่นในข้างต้นนี้เป็นงานใหญ่ที่มีความล่าช้า และความขัดแย้งเข้ามากีดขวางมากพอสมควร เช่น การออกแถลงการของเจ้าหน้าที่ของ NWS เมื่อฤดูใบไม้ผลิของปี ค.ศ. 1991 ว่าอาจจะต้องเลิกสัญญากับ Unisys Corp. ซึ่งเป็นผู้รับเหมาสร้างเรดาร์ตรวจจับพายุจำนวนหนึ่งและได้ล่าช้ากว่ากำหนดถึง 18 เดือน นอกเหนือไปจากปัญหาความล่าช้าก็ยังมีเรื่องอื่น ๆ อีกเช่น การคัดค้านของมหาชนในการไม่ยอมที่จะให้มีการทดสอบเรดาร์แบบใหม่ การทำงานต้องพักการทดสอบเรดาร์ตรวจวัดพายุสองตัวไว้ชั่วคราว เนื่องจากได้ก่อให้เกิดความหวาดกลัวในเรื่องของไมโครเวฟ ปัญหาต่อไปในเรื่องของการปรับปรุงโครงการ NWS ก็คือว่าจะต้องนำเครื่องวัดอัตโนมัติ (automated sensors) ต่าง ๆ ไปติดตั้งไว้ตรงจุดไหนบ้าง สำหรับในบริเวณทั่วประเทศที่กว้างใหญ่ ตลอดจนว่าจะมีการแพร่กระจายข่าวสารข้อมูลที่เกี่ยวกับพายุฝนต่าง ๆ ไปสู่จุดอื่นอย่างมีประสิทธิภาพอย่างไร อันเนื่องจากว่า การพยากรณ์ได้แม่นยำนั้น เป็นเรื่องหนึ่งแต่ก็จะไร้ประโยชน์หากไม่สามารถถ่ายทอดผลของการพยากรณ์ หรือการส่งแจ้งเตือนภัยให้ไปถึงมือของผู้ที่ต้องการได้อย่างรวดเร็ว ส่วนผลของการขาดประสิทธิภาพสำหรับในกรณีนี้ ก็จะเห็นได้จากการถ่ายทอดข่าวสารข้อมูลในเรื่องของพายุเห็บที่เกิดการขาดห้วงไปเสียเฉย ๆ

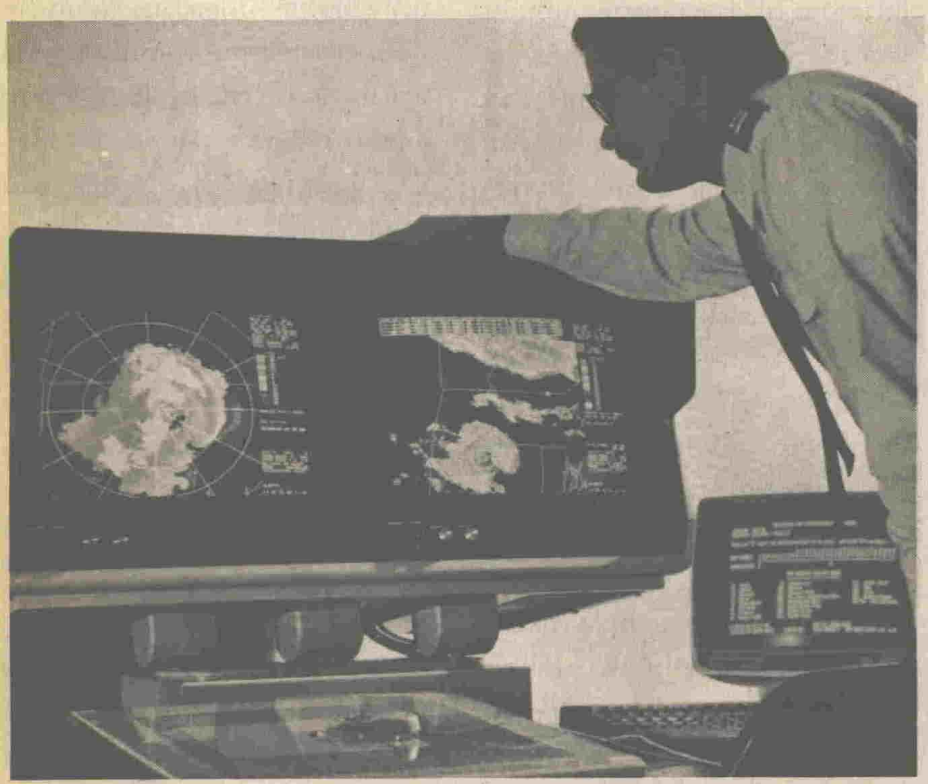
เมื่อวันที่ 11 กรกฎาคม 1990 ในโคโลราโด ที่ส่งผลให้เกิดการบาดเจ็บและเสียหายค่อนข้างมากที่ Elitch Garden ในเด็นเวอร์ เพราะเจ้าหน้าที่ที่ประจำอยู่ไม่รู้ว่าจะเกิดพายุลูกเห็บอันร้ายแรง จึงไม่สามารถเตรียมตัวและป้องกันภัยให้แก่ผู้มาเที่ยวชมเป็นจำนวน 3,500 คนในวันนั้นได้ โดยเฉพาะกับผู้ที่กำลังสาระวนอยู่กับการเล่นกับเครื่องเล่นต่าง ๆ ในสวนสาธารณะแห่งนี้ เช่น กรณีของสองพี่น้องรายหนึ่งที่กำลังอยู่บนล้อหมุนขนาดใหญ่ที่เรียกว่า Ferris Wheel โดยในขณะที่เกิดเหตุก็ได้มีลูกเห็บขนาดเท่าไข่ไก่วิ่งเป็นห่าฝนจากท้องฟ้าลงมาในบริเวณ Elitch Garden นั้น ทั้งสองอยู่สูงจากพื้นดินราว 33 เมตร อันยังผลให้ผู้ที่เป็นพี่ต้องโดนแรงกระแทกจากลูกเห็บที่ตกลงมาด้วยความเร็วสูง จนผิวหนังที่ต้นแขนแตกรวมทั้งความบอบช้ำที่โดนลูกเห็บกระแทกเข้าใส่เกือบทั้งตัว เพราะต้องทำหน้าที่ปกป้องผู้เป็นน้องให้พ้นอันตรายในความสูง 33 เมตรจากพื้นดิน ซึ่งเป็นการผจญภัยกลางอากาศที่หวาดเสียวเป็นอย่างมาก ทั้งหมดนี้ได้แสดงว่าแม้จะมีนักอุตุนิยมวิทยาที่มีความสามารถ ตลอดมีอุปกรณ์เครื่องมือในการพยากรณ์อากาศที่ดีสักเพียงใดก็ตาม แต่ถ้าเส้นทางที่จะทำการถ่ายทอดข่าวสารเช่นนี้ไปยังจุดอื่น ๆ เกิดขาดห้วงลงเมื่อใด ความเสียหายที่จะเกิดตามมาเมื่อนั้น ซึ่งในบางคราวก็จะรุนแรงอยู่มากจนลืมได้ยาก จนต้องมีการปฏิรูปครั้งยิ่งใหญ่ในด้านการพยากรณ์อากาศของทั้งประเทศ

อิทธิพลของข้อมูล

สมรรถภาพในการพยากรณ์อากาศจะขึ้นกับการเก็บข้อมูลจากที่ต่าง ๆ ในรูปของเน็ตเวอร์กของเครื่องวัด (sensor networks) เพื่อนำข้อมูลดังกล่าวป้อนเข้าสู่จุดต่าง ๆ ที่มีคอมพิวเตอร์ติดตั้งอยู่ในรูปของ computerized grids ที่ทำหน้าที่ซิมูเลต (simulate) บรรยากาศทั้งในอาณาเขตขอบข่ายที่เป็นวงกว้างหรือในอาณาบริเวณขนาดย่อม ซึ่งจากผลของการซิมูเลตด้วยคอมพิวเตอร์ก็จะทำให้นักอุตุนิยมวิทยาสามารถติดตามได้อย่างใกล้ชิดว่าในทุก ๆ ย่างก้าวในต่อ ๆ ไปนั้น พฤติภาพของสภาวะอากาศจะเป็นไปในรูปใด เทคโนโลยีใหม่ล่าสุดในด้านอุตุนิยมวิทยา สำหรับเมื่อสิบกว่าปีมานี้ได้เปิดโอกาสให้มีการเก็บตัวเลขข้อมูลที่เกี่ยวกับดินฟ้าอากาศได้อย่างกว้างขวางมากมายในเกือบจะทุกแง่มุม อันไม่เคยปรากฏมีมาก่อน ทำให้เกิดมีข้อมูลเป็นจำนวนมากมายจนทำให้การพยากรณ์อากาศยากขึ้นและถึงแม้จะมีคอมพิวเตอร์ที่จะมาช่วยในกรณีนี้ ก็ยังทำประโยชน์อะไรไม่ได้มาก ตราบเท่าที่ยังมีการใช้ซอฟต์แวร์ที่ล้าสมัยอยู่ จึงได้ทำให้ต้องพัฒนาซอฟต์แวร์กันอย่างขนานใหญ่ เพื่อแก้ปัญหาในเรื่องการขาดสมรรถภาพในการสะสางตัวเลขข้อมูลที่ป้อนเข้าคอมพิวเตอร์คราวละ

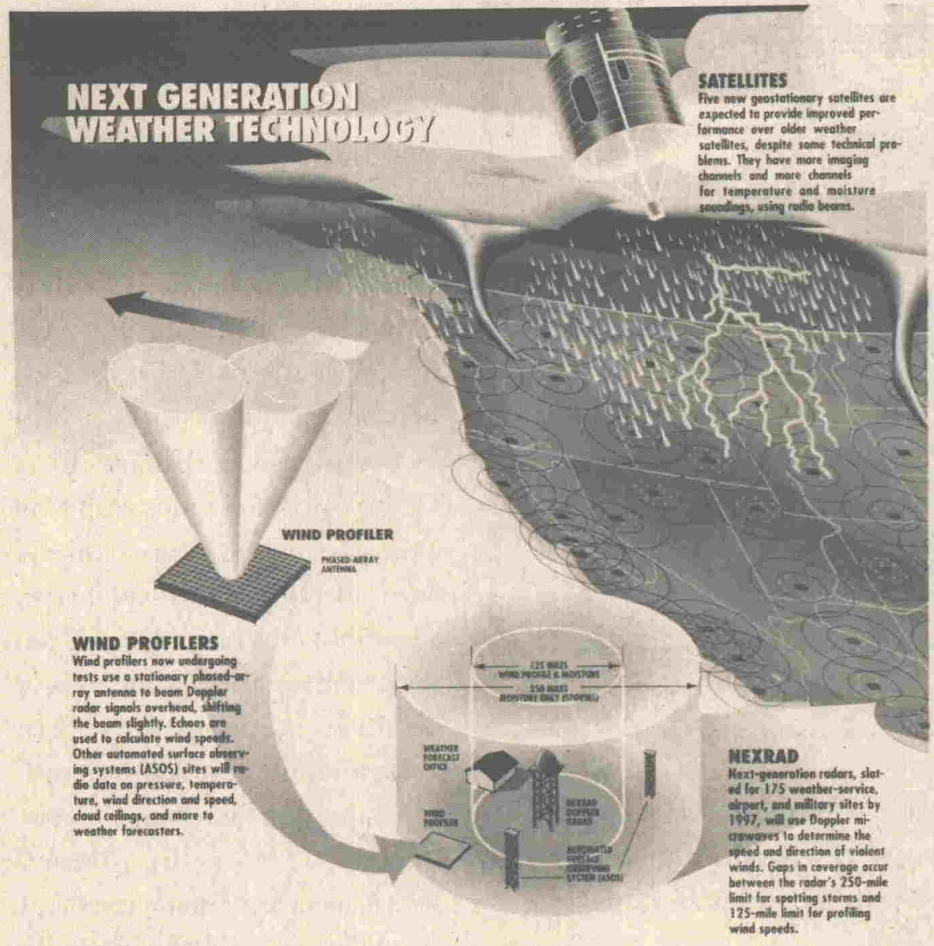
มาก ๆ โดยเฉพาะในด้านวิทยาศาสตร์ในแบบที่เป็นไปทีละขั้น (step by step procedures) การสร้างอัลกอริทึมเช่นนี้ทำได้ยากมาก แต่จะสะดวกเป็นอย่างยิ่งในเวลาใช้งาน จนทำให้สามารถกลั่นกรองข้อมูลเป็นปริมาณอันมหาศาลให้อยู่ในรูปแบบที่สะดวกในการนำไปใช้หรือดิสเพลย์บนวิดีโอ สกรีน ของคอมพิวเตอร์ หรือนำไปใช้ในเรื่องอื่น ข้อมูลในรูปแบบเช่นนี้มีชื่อเรียกว่า weather products ซึ่งถ้าจะแปลเป็นไทยว่า "ผลผลิตจากสภาวะอากาศ" ก็คงพอใช้ได้

วิธีที่จะสร้าง weather products หรือผลผลิตจากสภาวะอากาศให้เป็นไปอย่างสะดวกรวดเร็ว จะต้องอาศัยคอมพิวเตอร์เวอร์กสเตชันที่เรียกว่า Automated Weather Information Processing Systems (AWIPS) ดังในรูปที่ 1 ซึ่งในขณะนี้ก็ได้มีการใช้ระบบเช่นนี้อยู่หลายแห่งในสหรัฐฯ โดยในขณะใช้งานผู้ใช้สามารถที่จะนำอุปกรณ์เช่น เม้าส์ มาใช้กับเทอร์มินัลแบบตั้งโต๊ะนี้ได้ เพื่อประโยชน์ในการนำผลผลิตจากสภาวะอากาศที่ต่างกันมาวางซ้อนลงทีละขั้น ในขณะทำการพยากรณ์อากาศหรือใช้การ overlay เช่นนี้ในการทดลองเพื่อดูความเป็นไปของสภาวะอากาศที่คาดว่าน่าจะมีโอกาสเกิดขึ้น ณ ที่ใดที่หนึ่งในขณะหนึ่ง ๆ หนึ่งในจำนวน AWIPS จะตั้งอยู่ที่สถานีตรวจอากาศในรัฐโคโลราโด (เช่น ที่เด็นเวอร์) ซึ่งเป็นหนึ่งในบรรดารัฐต่าง ๆ เพียงไม่กี่รัฐ ที่ให้ความสนใจการพยากรณ์อากาศอย่างเอาจริงเอาจัง ตลอดจนมีการค้นคว้าทดลองในด้านนี้อย่างค่อนข้างจริงจัง จะเห็นได้จากการได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลกลางให้ช่วยทำวิจัยอยู่หลายด้าน ตลอดจนการมีศูนย์ค้นคว้าวิจัยที่เป็นที่รู้จักกันดี เช่น Environmental Research Laboratories (ERL) เมื่อพูดถึงเมืองเด็นเวอร์ ซึ่งเป็นแบบฉบับของงานด้านการพยากรณ์อากาศก็จะขอพูดต่ออีกนิดในเรื่องของสถานีตรวจอากาศว่าที่สนามบินของเมืองนี้ จะมีสถานีประจำสนามบิน (เช่น Stapleton) ซึ่งเป็นที่นักอุตุนิยมวิทยาสามารถใช้ภาพถ่ายจากดาวเทียมที่ครอบคลุมอาณาบริเวณของทั้งประเทศซึ่งแสดงความชื้นของบรรยากาศโดยจะนำข้อมูลเช่นนี้ไปผนวกกับข้อมูลอื่น ๆ เช่น กระแสลมเร็วในบรรยากาศเบื้องสูงสำหรับเมื่อสัปดาห์ก่อน ฯลฯ เพื่อประโยชน์ในการพยากรณ์ต่อไป สรุปแล้วงานที่เป็นส่วนสำคัญในโครงการปฏิรูปการพยากรณ์อากาศของสหรัฐฯ จะเกี่ยวกับการใช้เทคโนโลยีขั้นสูงในการเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวกับสภาวะอากาศซึ่งหนึ่งในองค์ประกอบที่มีความอุกฤตสำคัญมาก ๆ สำหรับเรื่องนี้ก็คือสิ่งที่เรียกว่า Doppler next generation weather radars หรือ NEXRAD ดูรูปที่ 2 ซึ่งจะเข้ามาแทนที่เน็ตเวอร์กที่ล้าสมัยที่ใช้กันมาตั้งแต่ปี ค.ศ. 1957 เน็ตเวอร์กรุ่นเก่านี้ได้ประกอบด้วยเรดาร์แบบธรรมดาที่ทั้งภาครัฐและด้านพลเรือนของสหรัฐฯ เคยใช้ในการตรวจค้นและติดตามพายุเมฆฝนในอดีต



รูปที่ 1 advanced weather interactive processing systems (AWIPS) ที่เป็นหัวใจของโครงการในการพยากรณ์อากาศยุคใหม่ของสหรัฐฯ เวอร์กสเตชันที่เห็นในภาพ (ซึ่งจะโยงไปกับคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วมาก ๆ อีกต่อหนึ่ง) จะเป็นส่วนหนึ่งในเน็ตเวอร์กที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูลเกี่ยวกับสภาพอากาศของแต่ละท้องถิ่น แล้วนำไปผสมผสานกับข้อมูลจากดาวเทียมเพื่อให้การพยากรณ์อากาศเป็นไปอย่างสมบูรณ์แบบ

เรดาร์แบบธรรมดาที่ใช้ในการตรวจอากาศ สามารถที่จะตรวจค้นพายุจากกลุ่มฝนอันหนาทึบได้ แต่ไม่สามารถบันทึกการเคลื่อนไหวของกระแสลมหรือวัดความเร็วของมันแต่อย่างใด อัน



รูปที่ 2 เทคโนโลยีในการสำรวจสภาวะอากาศยุคใหม่ที่เรียกว่า NEXRAD

จะแตกต่างกับด็อปเลอร์ เรดาร์ (Doppler radar) ที่สามารถกวาดจับเพื่อสังเกตพายุได้ดีกว่าหลายเท่า โดยอาศัยการเปลี่ยนแปลงของความถี่ (frequency shifts) ในคลื่นไมโครเวฟที่สะท้อนจากหิมะ, เห็บ, หยดน้ำ หรือแม้กระทั่งฝูงแมลงที่บินอยู่ในอากาศเป็นสิ่งบอกเหตุ การเปลี่ยนแปลงของความถี่ดังกล่าวจะสัมพันธ์กับการเคลื่อนไหวของกระแสลมในพายุอันจะทำให้สามารถค้นหาและติดตามทอร์นาโดได้ สำหรับในสมัยที่ยังใช้เรดาร์แบบธรรมดาอยู่นั้น การตรวจตราเช่นนี้ยังเต็มไปด้วยข้อจำกัดต่าง ๆ จนต้องใช้การมองด้วยตาเข้าช่วยในการตรวจหาทอร์นาโด

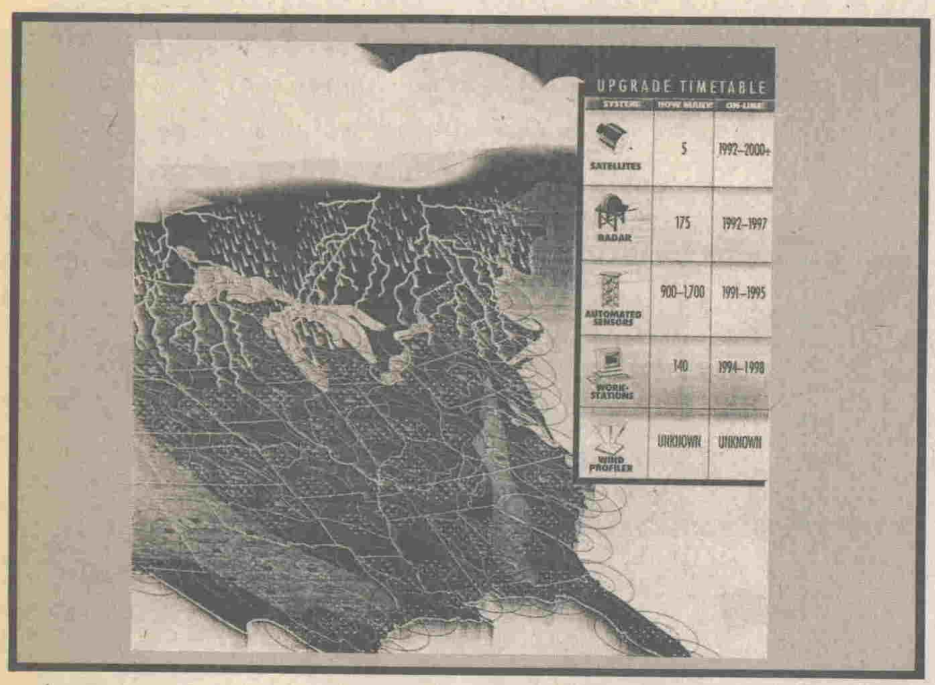
NEXRAD

ภายในที่ตั้งของ NEXRAD ซึ่งเป็นหน่วยหนึ่งของทั้งหมดที่มีอยู่เป็นจำนวน 175 แห่งนี้ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์ 3 ตัว กับด็อปเลอร์เรดาร์อีกหนึ่งฐาน คอมพิวเตอร์ตัวแรกจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณเรดาร์ให้เป็นข้อมูลแบบดิจิตอล คอมพิวเตอร์ตัวที่สองจะแปลงข้อมูลที่เป็นดิจิตอลให้เป็นข้อมูลในด้านสภาวะอากาศ ซึ่งก็จะมีการส่งข้อมูลนี้ต่อไปยังคอมพิวเตอร์ตัวที่สามที่จะทำงานร่วมกับเวอร์กสเตชัน ที่ศูนย์บังคับการที่อยู่ห่างออกไป 10 ไมล์ (ภายในที่ตั้งของ NEXRAD จึงมีคอมพิวเตอร์เพียงสองตัว ส่วนตัวที่สามนั้นจะอยู่นอกที่ตั้ง) ข้อมูลด้านสภาวะอากาศ (weather information) ที่ได้จากคอมพิวเตอร์ตัวที่สองนี้พอจะเริ่มนำไปใช้ประโยชน์ได้บ้างแล้ว และเมื่อได้นำไปผ่านเข้าคอมพิวเตอร์ตัวที่สามที่อยู่ศูนย์บังคับการก็จะทำให้เห็นความเป็นไปต่าง ๆ ได้ชัดเจนขึ้นจนนำไปใช้ช่วยในการตัดสินใจ เพื่อสั่งการในด้านอุตุนิยมวิทยาต่อไปได้

เทคโนโลยีล่าสุดที่สหรัฐฯจะนำมาปฏิรูปโครงสร้างการพยากรณ์อากาศของทั้งประเทศในยุคถัดไป (ดูรูปที่ 2) จะประกอบด้วยองค์กรสำคัญอยู่สามอย่างคือ

- ดาวเทียม
- NEXRAD
- เครื่องวัดความเร็วลม (wind profilers)

ภายในโครงการเพื่อปฏิรูปนี้จะมีการปล่อยดาวเทียมที่เรียกว่า geostationary satellites เป็นจำนวน 5 ดวง โดยจะปล่อยสองดวงแรกก่อนปี ค.ศ. 1994 จากนั้นก็จะปล่อยทีละดวงจนครบ ซึ่งก็จะต้องกินเวลาอีกหลายปี เฉพาะค่าใช้จ่ายของดาวเทียมแต่เพียงลำพังก็จะตกเข้าไปถึง 1.1 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ เป็นงบประมาณที่ไม่เกี่ยวกับโครงการปฏิรูป ดาวเทียมรุ่นใหม่ที่ปล่อยขึ้นไปนี้จะไปมีส่วนในการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในด้านต่าง ๆ สูงขึ้นกว่าดาวเทียมสำรวจอากาศรุ่นเก่า ดูรูปที่ 3 แม้จะมีปัญหาทางเทคนิคอยู่บ้าง แต่ก็จะมีจำนวนแชนเนิลสำหรับทำหน้าที่ต่าง ๆ มากขึ้น เช่น แชนเนิลที่ใช้ส่งภาพถ่ายรวมทั้งแชนเนิลสำหรับวัดอุณหภูมิและความชื้น โดยอาศัยลำคลื่นวิทยุ ส่วนเรดาร์ยุคใหม่ที่เรียกว่า NEXRAD ที่ใช้ Doppler ไมโครเวฟใน



รูปที่ 3 แสดงแผนงานและระยะเวลาในการปฏิรูปการพยากรณ์อากาศของทั้งสหรัฐฯ ที่มีมูลค่า 3 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ กับโครงการปล่อยดาวเทียม 5 ดวง ที่มีมูลค่า 1.1 พันล้านเหรียญสหรัฐฯ

การหาความเร็วและทิศทางของลมที่พัดแรงนั้นจะมีอยู่ 175 ฐาน โดยจะตั้งอยู่ตามสถานีตรวจอากาศ สนามบิน และในเขตทหาร ซึ่งจะเสร็จสมบูรณ์ในปี ค.ศ. 1997 รัศมีทำงานของเรดาร์แบบนี้จะคลุมไปไกล 250 ไมล์ในแง่ของการตรวจหาพายุและจะมีขีดจำกัดราว 125 ไมล์ สำหรับการวัดความเร็วลม อย่างไรก็ตาม จำนวนเรดาร์รุ่นใหม่ที่ตั้งอยู่ในสหรัฐฯเป็นจำนวน 175 แห่งนี้ก็ยังไม่มากพอที่จะคลุมเนื้อที่ได้หมด อันเป็นเหตุให้เกิดมีช่องว่างที่คลุมไปไม่ถึง ซึ่งในบางจุดอาจห่างกันถึง 200 ไมล์ ซึ่งจะต้องมีการแก้ไขปัญหานี้ต่อไป NEXRAD นี้มีความเชี่ยวชาญในด้านพายุเมฆฝน (thunderstorms) คือนอกจากจะสามารถประเมินปริมาณฝนที่ตกหนักอันจะเป็นประโยชน์ในการคาดการณ์เรื่องน้ำท่วมได้แล้ว Doppler เรดาร์แบบนี้ยังสามารถมองทะลุเข้าไปในพายุเมฆฝน ด้วยการวัดความเร็วลมและวัดความชื้น จะเป็นประโยชน์ในการตรวจหาทอร์นาโดได้ล่วงหน้าถึง 20 นาทีก่อนที่พายุร้ายจะเข้าไปจู่โจมที่ใดที่หนึ่ง

อนึ่ง ความสามารถของเรดาร์เช่น NEXRAD นี้ก็ยังต้องมีขีดจำกัดควบคู่กันไปอันเนื่องจากว่าเป็นอุปกรณ์ที่ได้รับการออกแบบให้ทำหน้าที่สังเกตการเคลื่อนไหวของลมที่สูงจากพื้นโลกขึ้นไปเพียงสองไมล์ ทำให้ไม่สามารถตรวจวัดการเคลื่อนไหวของลมที่อยู่ในระดับที่สูงจากพื้นผิวโลกขึ้นไปมาก ๆ รวมทั้งลมที่เป็น jet stream ที่เป็นต้นเหตุของพายุต่าง ๆ ในสหรัฐฯ ช่องว่าง (gap) ในการสำรวจสภาวะอากาศเท่าที่ได้กล่าวมาทั้งหมดนี้ได้มีการแก้ไขด้วยการเพิ่ม Doppler เรดาร์ชนิดพิเศษเข้าไป (ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2) ในรูปของวินด์โปรฟายเลอร์ (wind profiler) ซึ่งจะทำหน้าที่ตรวจวัดลมจากระยะ 1,600 ฟุตเหนือพื้นดิน จนถึงความสูงราว 55,000 ฟุต การทำงานของโปรฟายเลอร์นี้จะไม่เหมือนกับสแกนนิงเรดาร์ แต่จะเป็นลำแสงที่พุ่งแบบตั้งฉากขึ้นไปในอากาศแล้วจะมีการเบี่ยงเบนลำแสงนี้ไปจากแนวดิ่ง 15 องศา เพื่อให้สามารถวัดองค์ประกอบต่าง ๆ ของลมได้ เช่น ทิศทางและความเร็วของลม อย่างไรก็ตาม ที่ใช้ของโปรฟายเลอร์นี้มีขอบเขตที่ค่อนข้างจำกัด จึงได้มีการเริ่มนำมาใช้งานแค่ 30 ยูนิตเท่านั้น สำหรับในอนาคตอันใกล้โดยจะนำไปติดตั้งใน 15 รัฐ ที่อยู่กึ่งทางของตะวันตกของสหรัฐฯ ซึ่งในสมัยก่อนที่จะมีโปรฟายเลอร์ใช้ก็ต้องอาศัยเน็ตเวอร์กของบอลลูนสำรวจอากาศที่มีเรดิโอซอนด์ (radiosondes) ที่มีการปล่อยขึ้นสู่ท้องฟ้าวันละสองครั้ง เพื่อบันทึกข้อมูลของบรรยากาศในเบื้องบนที่จำเป็น โดยที่เรดิโอซอนด์นี้จะทำงานเหมือนโปรฟายเลอร์ โดยจะให้ข้อมูลทุก 12 ชั่วโมง ในขณะที่โปรฟายเลอร์สามารถให้ข้อมูลทุกชั่วโมง อย่างไรก็ตาม เรดิโอซอนด์นี้ก็ยังเป็นของจำเป็นในการสำรวจอากาศอยู่เพราะเครื่องวัด (sensors) ที่อยู่ในบอลลูนสำรวจอากาศนี้ไม่ได้ทำหน้าที่เพียงแค่การวัดสิ่งต่าง ๆ ที่เกี่ยวกับลมเท่านั้น แต่ยังทำหน้าที่เก็บตัวอย่างในด้านของอุณหภูมิและความชื้นของชั้นบรรยากาศที่อยู่สูงจากผิวโลกขึ้นไปมาก ๆ อีกด้วย

หัวใจของการพยากรณ์ในด้านอุตุนิยมวิทยานั้นน่าจะเหมือนกับการคาดการณ์ในเรื่องอื่น ๆ ที่ว่า จะต้องพยายามมองอะไรให้ไกลที่สุดเท่าที่จะทำได้เพื่อความแม่นยำ เมื่อเป็นเช่นนี้ข้อมูลของอากาศในชั้นของบรรยากาศที่อยู่สูงขึ้นไปจึงมีความสำคัญต่อการพยากรณ์อย่างมาก จึงได้มีผู้หาทางที่จะทำให้ Dopplers ต่าง ๆ ที่ใช้วัดอากาศสามารถทำงานได้คล่องตัวขึ้นใน

หลาย ๆ ด้าน เช่นด้านการเพิ่มอุปกรณ์บางอย่างเข้าไปในเรดาร์ที่ทำงานในแนวดิ่งดังได้พูดมาแล้วในเรื่องของวินด์โปรฟายเลอร์ อุปกรณ์ที่เพิ่มเข้าไปนี้จะเป็นเทอร์โมไดนามิก โปรฟายเลอร์อย่างหนึ่งที่มีชื่อเรียกว่า Radio Acoustic Sounding System (RASS) ที่ใช้คลื่นเสียงในการวัดอุณหภูมิเสมือน (virtual temperature) ของอากาศ อันจะหมายถึงอุณหภูมิในสภาพที่อากาศมีความแห้งมากที่สุด การวัดเช่นนี้จะกระทำสูงขึ้นไปถึง 18,800 ฟุตจากผิวโลก สำหรับในขั้นทดลองนั้นก็ได้มีการติดตั้ง RASS เช่นที่สนามบิน Stapleton ที่เมืองเด็นเวอร์กในโคโลราโด เมื่อใดพูดถึงการสำรวจบรรยากาศเบื้องบนด้วยดาวเทียมแล้ว ก็จะขอขยายความอีกนิดว่า ดาวเทียมที่เป็น geostationary satellites เช่นที่แสดงในรูปที่ 1 นั้นจะเป็นพาหนะสำรวจอากาศที่มีอุปกรณ์มากมายหลายชนิดบรรจุอยู่ภายในนั้น เช่น อุปกรณ์ที่ใช้วัดสันฐานของอุณหภูมิที่มีความไวตัวสูงที่จะมองจากดาวเทียมลงมายังหมู่เมฆที่อยู่ข้างใต้ โดยจะทำการสังเกตผลต่างของอุณหภูมิตามจุดต่าง ๆ ที่จะทำให้สามารถบอกชนิดของกลุ่มเมฆได้ ซึ่งนอกจากจะมีเครื่องวัดอุณหภูมิของเมฆแล้วก็ยังมีกล้องถ่ายภาพแบบล่าสุดที่ไว้สำหรับถ่ายภาพของหมู่เมฆ เพื่อเป็นข้อมูลสำคัญในการพยากรณ์อากาศอีกด้วย

ASOS ที่อาศัยการเชื่อมโยงคอมพิวเตอร์

ในอีกส่วนหนึ่งที่เกี่ยวกับแนวความคิดในการพยากรณ์อากาศที่ถือว่าน่าจะสำคัญ และน่าสนใจสำหรับในสหรัฐฯ และเป็นโครงการที่ใหญ่ไม่แพ้ NEXRAD ก็คือ แนวความคิดที่จะจัดตั้งระบบสำรวจอากาศบนพื้นผิวโลกที่เรียกว่า Automated Surface Observing System (ASOS) ที่จะมีอยู่ 1,700 ยูนิต สำหรับทั่วทั้งสหรัฐฯ ที่จะทำหน้าที่เป็นระบบคอมพิวเตอร์ในการสำรวจอากาศในระดับของพื้นผิวโลก โดยภายในระบบเช่นนี้จะประกอบด้วยเครื่องวัดเป็นจำนวนมากมายหลายชนิดเพื่อทำการวัดทิศทางและความเร็วของลม อุณหภูมิ จุดน้ำค้าง ความดันบรรยากาศและแนวโน้มของการเปลี่ยนแปลงของความดัน การจัดเตรียมการใช้งานเครื่องวัดความสูง (altimeter setting) การสามารถสำรวจเพื่อเก็บข้อมูลได้ในทุกระยะ 10 ไมล์ พร้อมทั้งการสามารถหยั่งรู้ภาวะเงื่อนไขของบรรยากาศในท้องฟ้าได้ถึงระดับ 12,800 ฟุต รวมทั้งการมีเครื่องวัดที่เรียกว่า current weather sensor ที่จะคอยรายงาน การเกิดฝนและหิมะแบบต่าง ๆ ราคาของ ASOS นี้จะตกชุดละ 100,000 ถึง 200,000 เหรียญสหรัฐฯ เมื่อเทียบกับเครื่องวัดอากาศอัตโนมัติบางแบบที่มีความซับซ้อนน้อยกว่าหลายเท่า ซึ่งจะมีราคาแค่ 25,000 เหรียญสหรัฐฯ เท่านั้น โดยสามารถวัดลักษณะอากาศได้ 5 อย่าง คือ ทิศทางและความเร็วลม ความดัน อุณหภูมิ และจุดน้ำค้าง อย่างไรก็ตาม เหตุผลของการคิดที่จะติดตั้ง ASOS ก็จะเป็นไปในเรื่องของการพยายามที่จะให้ระบบเช่นนี้สามารถสังเกตความเป็นไปต่าง ๆ ในเรื่องของภูมิอากาศในท้องฟ้าให้ได้เหมือนการใช้คนสังเกตแต่จะทำได้สักแค่ไหนนั้นคงเป็นอีกเรื่องหนึ่ง ซึ่งเมื่อพูดมาถึงจุดนี้ก็คงหนีไม่พ้นที่จะต้องพูดถึงบทบาทของ AI (ปัญญาประดิษฐ์) ว่าจะเข้าช่วยได้แค่ไหน

AI กับอุตุนิยมวิทยา

ถ้าใครสักคนได้มีโอกาสติดตามการประชุมทางวิชาการในระดับนานาชาติในด้าน AI เมื่อราว 5-6 ปีมานี้ก็จะเห็นว่า อุตุนิยมวิทยา ก็ไม่ได้น้อยหน้าวิทยาการแขนงอื่น ๆ ในเรื่องของการจำเป็นต้องนำ AI เข้ามามีส่วนช่วยให้งานด้านการพยากรณ์อากาศมีการรุดหน้าไปไม่แพ้งานในสาขาอื่น ๆ ที่เริ่มให้ความสนใจเทคโนโลยีของ AI อย่างมาก เพราะเป็นศาสตร์ที่นำเอาปรัชญาและความสามารถของมนุษย์ในด้านต่าง ๆ เข้ามารวมไว้ในที่เดียวกันดังจะเห็นได้จากสาขาแขนงของ AI ที่ประกอบด้วยวิชาต่าง ๆ ดังนี้

- ระบบผู้เชี่ยวชาญ (expert system)
- หุ่นยนต์ หรือโรโบติก (robotics)
- เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการมอง (computer vision)
- การเรียนรู้ได้ด้วยตนเอง (learning)
- การแก้ปัญหาโดยอาศัยตรรกศาสตร์ รวมทั้งการวางแผนชนิดเบ็ดเสร็จสมบูรณ์ในตัวเอง (search, problem solving and planning)
- การสามารถเข้าใจภาษา ฯลฯ

ตัวอย่างที่ใช้ของ AI ในทางอุตุนิยม สำหรับในเรื่องของโครงการปฏิรูปงานด้านการพยากรณ์อากาศของสหรัฐฯเท่าที่ได้พูดมาแต่ต้น ก็จะมีเช่นการออกแบบ ASOS Sensor ให้สามารถเคลื่อนไหวและมองอะไร ๆ ได้เหมือนคนซึ่งจะต้องพึ่งพาวิทยาการนับตั้งแต่ robotics จนถึงระบบผู้เชี่ยวชาญ เป็นต้น